

**PENGELOLAAN PERIKANAN TANGKAP BERKELANJUTAN  
WADUK CIRATA : PENDEKATAN MODEL BIO-EKONOMI LOGISTIK**  
*Sustainable Capture Fishery Management in The Cirata Reservoir:  
A Bio-Economic Modelling Approach*

**Zuzy Anna**

Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Padjadjaran  
Jl. Raya Bandung Sumedang, Jatinangor, Kabupaten Sumedang, Jawa Barat, Indonesia  
Diterima tanggal: 20 Oktober 2015 Diterima setelah perbaikan: 3 Nopember 2016  
Disetujui terbit: 8 Desember 2016  
\*email: suzyanna@gmail.com

**ABSTRAK**

Perikanan tangkap di Waduk Cirata, merupakan salah satu potensi yang dapat diandalkan bagi pemenuhan kebutuhan hidup masyarakat sekitarnya, namun belum dikelola dengan baik. Faktanya kontribusi sektor perikanan tangkap waduk ini pada perekonomian daerah, masih rendah. Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis pengaruh aktivitas produksi (penangkapan) terhadap kondisi sumber daya ikan seperti parameter biologi dan rente sumberdaya perikanan pada kondisi aktual, lestari, dan optimal, dengan menggunakan model bio-ekonomi standar logistik dan Gompertz. Skenario model yang digunakan adalah analisis bio-ekonomi model logistik *Gordon Schaefer* (GS) dengan estimasi parameter algoritma Fox. Analisis perikanan tangkap dilakukan dengan menggunakan skenario rezim pengelolaan *Open Access* (OA), *Maximum Sustainable Yield* (MSY) dan *Maximum Economic Yield* (MEY). Hasil penelitian menunjukkan adanya *overfishing* dan *overcapacity* pada 5 tahun (15 kuartal) pengamatan, yang ditandai dengan adanya kelebihan *effort* pada Model GS. Pengelolaan dengan menggunakan rezim MEY memberikan nilai rente yang paling maksimum, dengan biomass yang lebih konservatif, dan *effort* yang lebih efisien. Implikasi kebijakan pengelolaan perikanan tangkap di waduk melalui rasionalisasi jumlah alat tangkap. Model MSY mengisyaratkan rasionalisasi alat tangkap lebih sedikit dibandingkan model MEY. Alternatif pembatasan *output* atau kuota *output* juga dapat dilakukan dengan menggunakan nilai JTB.

**Kata Kunci:** perikanan tangkap, Waduk Cirata, pengelolaan berkelanjutan, model bioekonomi, Gordon Schaefer, model estimasi parameter fox, rasionalisasi

**ABSTRACT**

*Capture fishery in the Cirata Reservoir is one of the potency that can be relied for the surrounding community subsistence, but it has not received proper management. In fact, it was poor contribution to the regional economy. This study aims to analyze the impact of production activities, on fish resources, such as biological parameters and fishery resource rents on actual conditions, sustainable, and optimally, by using bio-economic model of standard logistic and Gompertz. Modeling scenarios used a bio-economic model of logistics Gordon Schaefer (GS) with the parameter estimation of Fox algorithm. Analysis of the fishery was carried out by using a scenario of open access management regime, Maximum Sustainable Yield (MSY) and the Maximum Economic Yield (MEY). Results showed overfishing and overcapacity of the fishery in 5 years of observation (quarterly), which was characterized by an excess of effort in the GS model. Management using MEY regime provides the maximum possible value of rents, with biomass more conservative and more efficient effort. Policy implications reveal from the study is reservoir management through rationalized number of fishing gear or boats. MSY model suggests rationalization of fishing gear less than the model MEY. Alternative output restrictions or quotas outputs can also be implemented by using the value of total allowable catch.*

**Keywords:** capture fishery, Cirata Reservoir, sustainable management, bioeconomic model, Gordon Schaefer model, parameter estimates of FOX model, rationalization

## PENDAHULUAN

Perairan umum waduk merupakan salah satu perairan yang memiliki potensi sumber daya yang tinggi dan cukup dapat diandalkan untuk mengembangkan ekonomi wilayah, dan juga kesejahteraan masyarakat sekitarnya. Salah satu pola pemanfaatan waduk yang umum dilakukan oleh masyarakat adalah kegiatan perikanan. Kegiatan ini telah memberikan kontribusi secara sosial-ekonomi yang signifikan bagi masyarakat di sekitar waduk. Namun demikian, jika dibandingkan dengan perairan umum lainnya, perikanan waduk di Indonesia memang belum dapat memberikan kontribusi yang optimal.

Sektor perikanan tangkap perairan umum daratan waduk belum mendapatkan perhatian lebih dibandingkan dengan sektor perikanan lainnya. Hal ini tercermin dari masih banyaknya permasalahan-permasalahan yang kompleks pada pengelolaan perikanan waduk. Secara institusi misalnya, pengelolaan waduk ini masih tumpang tindih, antara pemerintah daerah dan pusat (sektoral). Selain itu pemanfaatan waduk juga bersifat paradoks, dimana di satu sisi potensinya sangat besar, namun di sisi lain produksinya masih jauh dari optimal, bahkan sampai saat ini, waduk-waduk di Jawa Barat misalnya, telah banyak mengalami degradasi, sudah banyak berkurang luasannya bahkan hilang sama sekali. Hal ini tentu saja menyebabkan potensi sumber daya perikanan dari perairan waduk menjadi berkurang. Kondisi degradasi perairan waduk disebabkan oleh berbagai hal, diantaranya meningkatnya kebutuhan lahan untuk pemukiman yang mendorong terjadinya pemanfaatan waduk terutama di wilayah Jabodetabek.

Selain itu penurunan fungsi waduk juga disebabkan karena menurunnya kualitas perairannya sendiri yang disebabkan oleh pencemaran *land based* baik dari *point sources* maupun *non point sources* (Yoga *et al.*, 2006; Bukit dan Iskandar, 2002). Waduk Saguling misalnya, sudah tercemar berat oleh limbah anorganik dan organik yang berturut-turut berasal dari limbah industri dan pemukiman (Garno, 2001), sampai saat ini masih dijadikan tempat pembuangan limbah produksi dari enam industri tanpa pengolahan terlebih dahulu (Kompas, 2010). Selain itu usaha perikanan budidaya juga ternyata memberikan kontribusi terhadap pencemaran waduk. Seperti yang terjadi di Waduk Cirata. Waduk Cirata telah tercemar berat oleh limbah organik, yang utamanya dari limbah perikanan Karamba Jaring Apung (KJA),

yang beroperasi di dalamnya. Sementara Waduk Juanda tercemar limbah organik dari KJA yang beroperasi di Waduk Cirata dan Juanda. Kondisi ini tentu saja menurunkan kualitas waduk untuk dapat dioptimalkan manfaatnya untuk perikanan.

Jawa Barat merupakan salah satu provinsi dengan kontribusi produksi perikanan waduk yang terbesar. Banyak masyarakat Jawa Barat yang memanfaatkan perairan umum tersebut dalam kegiatan perikanan, baik budi daya maupun tangkap. Jika dilihat hasil produksinya, perikanan waduk baik di Indonesia umumnya maupun di Jawa Barat pada khususnya masih didominasi oleh perikanan budi daya, sementara perikanan tangkap kontribusinya termasuk masih kecil. Salah satu kegiatan pemanfaatan sumber daya waduk untuk kegiatan budi daya perikanan yaitu terutama kegiatan budi daya jaring apung. Kegiatan ini telah banyak memberikan sumbangan terhadap pendapatan wilayah dan juga kesejahteraan masyarakat pelakunya. Namun kegiatan pemanfaatan waduk pada sektor budi daya ini masih belum optimal. Hal ini disebabkan karena dalam kondisi akses yang terbuka, pengaturan usaha budi daya jaring apung seringkali mengabaikan kemampuan daya dukung lingkungan, sehingga degradasi lingkungan dan penurunan kualitas air terjadi dan berujung pada penurunan produktivitas perikanan budi daya.

Di sisi lain, kegiatan perikanan tangkap waduk belum mendapatkan perhatian lebih dibandingkan dengan sektor perikanan lainnya. Padahal terdapat beberapa ikan komoditas penting yang dapat dimanfaatkan dan bernilai ekonomis tinggi. Perikanan tangkap di waduk sering menjadi ujung tombak bagi kehidupan masyarakat sekitarnya. Seperti yang kita ketahui, perikanan budi daya yang padat modal seringkali dimiliki oleh investor yang bukan merupakan penduduk asli. Sehingga tidak banyak penduduk asli wilayah tersebut yang dapat mengambil peranan penting dari kegiatan industri perikanan budi daya ini, sehingga menyebabkan masih banyaknya masyarakat yang terjerat dalam kemiskinan. Hal ini semakin diperburuk dengan ketiadaannya pengelolaan sumber daya dan lingkungan waduk. Kondisi kualitas lingkungan perairan yang menurun menyebabkan perikanan tangkap waduk menjadi tidak dapat diandalkan, karena berdampak pada stok ikan yang terdegradasi.

Paper ini menguraikan mengenai kinerja perikanan tangkap di Waduk Cirata dengan menganalisis pengaruh aktivitas produksi (penangkapan) terhadap nilai biomass dan rente

sumber daya ikan pada kondisi aktual, lestari, dengan menggunakan model bio-ekonomi standar model logistik. Selain itu paper ini juga menganalisis nilai optimal pemanfaatan sumber daya ikan di waduk terkait dengan pemanfaatan sumber daya ikan di Waduk Cirata pada berbagai rezim pengelolaan. Selanjutnya implikasi kebijakan yang tepat menjadi salah satu luaran dari riset ini.

**METODOLOGI**

**Lokasi Penelitian**

Penelitian dilaksanakan di lokasi Waduk Cirata, Kabupaten Cianjur, Jawa Barat. Pemilihan lokasi ini berdasarkan pertimbangan bahwa lokasi ini boleh dikatakan merupakan kawasan perairan yang memproduksi ikan sebagai komoditas penangkapan dan juga perairan tersebut telah banyak mengalami penurunan stok dan juga degradasi lingkungan sebagai akibat terlalu intensnya *input* perikanan dan juga kegiatan lainnya yang berpengaruh terhadap kondisi perikanan tangkap di perairan ini. Waduk Cirata dijadikan sebagai sampel lokasi pengambilan data untuk aplikasi model bio-ekonomi yang dikembangkan, juga karena lokasi ini adalah salah satu lokasi yang memberikan kontribusi paling signifikan terhadap produksi perikanan di Kabupaten Purwakarta, Jawa Barat.

Ruang lingkup penelitian dibatasi hanya pada perikanan tangkap yang dilakukan dengan menggunakan pendekatan model bio-ekonomi dengan menggunakan model logistik, perhitungan deplesi terkait degradasi dan depresiasi ataupun penentuan pengaruh interaksi penangkapan dan lingkungan terhadap produksi. Komoditas yang menjadi objek adalah sumber daya ikan yang merupakan komoditas hasil introduksi yang memiliki harga jual yang sangat tinggi, dan alat tangkap terbatas yang beroperasi di kawasan ini.

Data yang dikumpulkan terdiri dari dua jenis data yaitu data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh dari hasil wawancara pada 40 orang nelayan, yang telah memenuhi standar statistika pengambilan sampel dari sejumlah populasi 4.580 nelayan di Waduk Cirata, serta observasi langsung di lapangan meliputi data terkait informasi biaya penangkapan per satuan upaya penangkapan, hasil tangkapan per satuan upaya penangkapan, lama dan jumlah satuan upaya penangkapan serta harga komoditas ikan tersebut.

Adapun data sekunder merupakan data yang diperoleh dari instansi terkait mengenai informasi yang dibutuhkan, meliputi data produksi dan upaya penangkapan *time series* kuartal selama 5 tahun, yang diperoleh dari beberapa instansi terkait seperti Dinas Kelautan dan Perikanan Provinsi Jawa Barat, Dinas Peternakan dan Perikanan Kabupaten Cianjur, UPT Waduk Cirata dan instansi terkait lainnya.

Data primer yang digunakan meliputi struktur biaya dari usaha penangkapan ikan antar *fleet* (alat tangkap) serta pola usaha perikanan. Data ini adalah data *cross section* yang diperoleh dari survei dengan teknik *purposive* atau *judgement sampling*. Data struktur biaya dibagi dalam beberapa kelas *fleet* yang kemudian dibobot untuk memperoleh rata-rata tertimbang (*weighted average*). Menurut Anna (2003), Secara umum struktur biaya secara matematis adalah:

$$C = \sum_{j=1}^n \omega_j c_j$$

dimana bobot (*weighted*) didasarkan pada rasio *landing* antar *fleet j* dengan *total landing*, atau.

$$\omega_j = h_j / \sum_{j=1}^n h_j$$

Penelitian ini memanfaatkan data sekunder yang urut waktu (*time series*) yang meliputi data *landing* (produksi) dari seluruh jenis ikan yang ditangkap (mas, nila, patin, nilem, dan lain-lain); *input* yang digunakan (*effort*) dari alat tangkap pancing, *gillnet*, dan jala tebar; harga per unit *output* (harga ikan per ton per tahun); indeks harga konsumen (*Consumers Price Index*), yang diperoleh dari Dinas Perikanan dan Kelautan Provinsi Jawa Barat, Dinas Perikanan Kabupaten Purwakarta dan UPT Perikanan Waduk Cirata.

Mengingat beragamnya alat tangkap yang beroperasi di wilayah penelitian, maka untuk mengukur dengan satuan yang setara, dilakukan standarisasi *effort* antar alat dengan teknik standarisasi mengikuti yang dikembangkan oleh King (1995) dimana:

$$E_{jt} = \varphi_{jt} D_{jt}$$

dengan

$$\varphi_{jt} = \frac{\mu_{jt}}{\mu_{st}}$$

Keterangan/ Remarks :

$E_{jt}$  = Effort dari alat tangkap j pada waktu t yang distandarisasi/Effort of fishing gear j at time t standardized

$D_{jt}$  = Jumlah hari laut (fishing days) dari alat tangkap j pada waktu t/The number of days the sea (fishing days) of gear j at time t

$\varphi_{jt}$  = Nilai fishing power dari alat tangkap j pada periode t/The value of the power of fishing gear j in period t

$U_{jt}$  = Catch per unit effort (CPUE) dari alat tangkap j pada waktu t/Catch per unit effort (CPUE) of gear j at time t

$U_{st}$  = Catch per unit effort (CPUE) dari alat tangkap yang dijadikan basis standarisasi/Catch per unit effort (CPUE) of fishing gear is used as a base standardization

**Metode Analisis Data**

Untuk memperoleh nilai estimasi parameter biologi seperti r (intrinsic growth), K (kemampuan daya dukung lingkungan) dan q (kemampuan daya tangkap), melibatkan teknik non-linear. Algoritma Fox digunakan untuk menduga parameter r, q dan K. Hal ini dilakukan karena dalam penelitian ini dilakukan simulasi pemanfaatan model optimisasi logistik (Fox, 1970), sebagai berikut:

$$\frac{U_{t+1} - U_{t-1}}{2U_t} = r \ln(qK) - r \ln(U_t) - q \ln(E_t) \dots\dots\dots(1)$$

Dengan kondisi data yang ada, digunakan model surplus produksi logistik, dengan model fungsional sebagaimana persamaan laju pertumbuhan biomass sepanjang waktu di bawah ini.

$$\frac{\partial x}{\partial t} = r \cdot x_t \cdot \left(1 - \frac{x_t}{K}\right) - h_t \dots\dots\dots(2)$$

Dimana  $U_t$  adalah jumlah tangkapan per unit upaya,  $x_t$  adalah biomass,  $E_t$  adalah upaya (trip),  $h_t$  adalah produksi, r adalah laju pertumbuhan intrinsik, q adalah kemampuan daya tangkap, K adalah daya dukung lingkungan. Bentuk fungsional logistik adalah simetris. Selanjutnya, diasumsikan bahwa laju penangkapan linear terhadap biomas dan effort sebagaimana ditulis berikut ini:

$$h_t = qE_t x_t \dots\dots\dots(3)$$

Dengan mengasumsikan kondisi keseimbangan (equilibrium) maka kurva tangkapan-upaya lestari (yield-effort curve) dari fungsi di atas dapat ditulis sebagai:

$$\text{Logistik: } h_t = q \cdot K \cdot E_t - \left(\frac{q^2 \cdot K}{r}\right) \cdot E_t^2 \dots\dots\dots(4)$$

Dalam perspektif model logistik, pengelolaan sumber daya ikan yang terbaik adalah pada saat produksi lestari berada pada titik tertinggi kurva yield effort. Titik ini kemudian disebut sebagai maximum sustainable yield atau dikenal dengan MSY. Pada tingkat output sebesar MSY maka input yang dibutuhkan adalah sebesar  $E_{msy}$ . Secara matematis, tingkat input diperoleh dari formula:

$$E_{MSY} = \left(\frac{r}{2q}\right) \text{ atau } E_{MSY} = \left(\frac{\alpha}{2\beta}\right) \dots\dots\dots(5)$$

Jika dilakukan kembali substitusi nilai  $E_{msy}$  ini ke persamaan (4) maka akan diperoleh tangkapan pada tingkat MSY atau  $h_{msy}$  sebesar.

$$h_{MSY} = \left(\frac{rK}{4}\right) \text{ atau } h_{MSY} = \left(\frac{\alpha^2}{4\beta}\right) \dots\dots\dots(6)$$

Dengan diketahuinya dua nilai pada tingkat MSY ini maka dapat diketahui, tingkat biomass (stok) pada level MSY:

$$x_{msy} = \frac{h_{msy}}{qE_{msy}} = \frac{(rK/4)}{q(r/2q)} = \frac{K}{2} \dots\dots\dots(7)$$

Untuk menghitung pengelolaan secara optimal secara sosial, dimana diperoleh rente yang optimum, maka digunakan persamaan matematis seperti di bawah ini: Jika Total Revenue (TR) dan Total Cost (TC) adalah merupakan persamaan berikut:

$$TC = cE \dots\dots\dots(8)$$

dan

$$TR = ph = p(\alpha E - \beta E^2) = p\alpha E - p\beta E^2 \dots\dots\dots(9)$$

$$\max \pi = TR(E) - TC(E)$$

$$\frac{\partial \pi}{\partial E} = \frac{\partial TR}{\partial E} - \frac{\partial TC}{\partial E} = \text{slope TR} = \text{slope TC} \dots\dots\dots(10)$$

Dengan demikian dapat dihasilkan Effort optimal (Effort MEY) sebagai berikut:

$$E_{MEY} = \left(\frac{\alpha p - c}{2p\beta}\right) \dots\dots\dots(11)$$

dan nilai tangkap optimal sebesar:

$$h_{MEY} = \alpha \left(\frac{\alpha - c}{2p\beta}\right) - \beta \left(\frac{\alpha - c}{2p\beta}\right)^2 \dots\dots\dots(12)$$

Sedangkan untuk rezim perikanan akses terbuka (*Open Access*) dapat ditentukan dengan menghitung rente ekonomi yang hilang dimana  $\pi = 0$ , maka:

$$TC = cE$$

$$\text{dan } TR = ph = p(\alpha E - \beta E^2) = p\alpha E - p\beta E^2$$

$$\pi = 0, \text{ maka } TR = TC \dots\dots\dots(13)$$

Adapun nilai  $E_{OA}$  adalah 2 kali  $E_{MEY}$ , serta nilai dari produksi pada perikanan akses terbuka akan ditentukan oleh formula sebagai berikut:

$$E_{OA} = 2 \cdot E_{MEY}$$

$$h_{MEY} = \alpha \cdot E_{OA} - \beta E_{OA}^2 \dots\dots\dots(14)$$

Analisis stok dalam analisis bioekonomi yang juga disertai dengan perhitungan deplesi sumber daya akan menggambarkan kondisi aktual sumber daya yang ada. Pengelolaan perikanan yang optimal dan berkelanjutan pada penelitian ini akan merefleksikan beberapa instrumen kebijakan yang diterapkan pada faktor *input* dan *output* kegiatan penangkapan, dengan perhitungan secara matematis seperti yang dilakukan oleh Hakim *et al.* (2014).

Pengawasan faktor *input* dapat dilakukan dengan menggunakan *limited entry*. Perhitungan *limited entry* yang digunakan dilihat dari upaya penangkapan pada kondisi maksimum lestari (MSY) dan hasil optimisasi pada kondisi ekonomi lestari (MEY). Adapun perhitungan *limited entry* adalah sebagai berikut:

$$\text{Limited entry (MSY)} = E_{aktual} - E_{MSY} \dots\dots\dots(15)$$

$$\text{Limited entry (MEY)} = E_{aktual} - E_{MEY} \dots\dots\dots(16)$$

Faktor *input* juga dapat dikontrol ketika adanya kemampuan dalam mengontrol jumlah armada yang beroperasi. Jumlah armada tiap alat tangkap dapat diduga melalui pendekatan logika matematika sederhana dengan mengetahui proporsi upaya penangkapan tiap alat tangkap untuk rezim MSY atau MEY yang kemudian pendugaan jumlah alat tangkap dapat dilakukan dengan menggunakan perbandingan matematis sederhana dengan asumsi bahwa nilai dari kekuatan armada dan kemampuan alat tangkap adalah sama pada periode tertentu berdasarkan jenisnya (Hakim *et al.*, 2014). Adapun persamaannya adalah sebagai berikut:

1. Pendugaan Proporsi Upaya

$$\frac{\text{Jumlah Total Armada yang menangkap ikan } i}{\text{Upaya (MSY/MEY)}} = \frac{\text{Armada alat tangkap } n}{\text{proporsi upaya armada alat tangkapan}} \dots\dots\dots(17)$$

2. Pendugaan Jumlah Armada

$$\frac{\text{Armada alat tangkap } n}{\text{Upaya Aktual}} = \frac{\text{Pendugaan Armada}}{\text{proporsi upaya armada alat tangkap } n} \dots\dots\dots(18)$$

Adapun *output* aturan yang dihasilkan dapat berupa penambahan atau pengurangan upaya penangkapan yang dapat dilihat dari penerapan beberapa perhitungan di atas, dilihat dari seberapa besar tingkat eksploitasi terhadap sumber daya tersebut.

Instrumen-instrumen yang dapat diterapkan sebagai upaya pembatasan *output* perikanan dapat menggunakan perhitungan jumlah tangkapan yang diperbolehkan (JTB) dan kuota. Nilai JTB yang diterapkan adalah 80% dari MSY. Penerapan kuota yang dilakukan merupakan pengembangan yang dilakukan oleh Hakim *et al.* (2014) dimana penerapan kuota disesuaikan dengan proporsi dari kontribusi produksi tiap alat tangkap yang digunakan, sedangkan proporsi kontribusi dapat diketahui menggunakan rasio berdasarkan proporsi hasil tangkapan pada tahun terakhir untuk setiap alat tangkap yang kemudian rasionya akan dikalikan dengan nilai dari JTB ataupun MEY.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Estimasi Parameter Biologi dan Ekonomi**

Hasil analisis Estimasi parameter biologi dengan menggunakan CYP, menghasilkan nilai parameter biologi dapat dilihat pada Tabel 1. Hasil analisis ekonomi untuk biaya menunjukkan adanya biaya tetap dan variabel dalam usaha perikanan tangkap di Waduk Cirata. Untuk biaya investasi, ada biaya untuk perahu dan alat tangkap, yang biasanya dimiliki oleh nelayan, mencakup tiga alat tangkap yaitu jaring dinding, jala tebar dan pancing, dengan total biaya investasi per tahun sebesar Rp. 1.163.333,333,-. Sementara biaya variabel per trip meliputi biaya konsumsi dan BBM sebesar total Rp. 22.500,-. Untuk harga ikan, diperoleh dengan merata-ratakan harga ikan nominal dari seluruh jenis ikan yang diperjualbelikan dari penangkapan di Waduk Cirata, pada setiap kabupaten, dimana Waduk Cirata berada, untuk kemudian disesuaikan pada nilai riil sebagaimana Tabel 2.

**Tabel 1. Estimasi Parameter Algoritma Fox Perikanan Tangkap Waduk Cirata.**  
**Table 1. Parameter Estimation for Fox Algorithm Capture Fishery of Cirata Reservoir.**

Parameter	Algoritma Fox
<i>Intrinsic Growth (r)</i>	0.231474
<i>Carrying Capacity (K) ton</i>	4138.53
<i>Catchability Coeffisien (q)</i>	0.00000258

**Tabel 2. Harga Riil Ikan di Waduk Cirata (Ribu rupiah/Ton).**  
**Table 2. Fish Real Price in the Cirata Reservoir (Thousand Rupiahs/ ton).**

Tahun/Year	Harga Nominal/Nominal price	Harga Riil/Real Prices
2011	7,816.92	11,612.58
2012	11,648.70	12,022.52
2013	9,143.60	12,885.26
2014	10,726.32	13,795.52
2015	13,513.15	15,575.05
Jumlah	52,848.69	65,890.93
Rata-rata	10,569.74	13,178.19

Sumber: Balai Pelestarian Perikanan Perairan Umum dan Ikan Hias (BPPPUIH) Ciherang (2015) (data diolah)/  
 Source: Preservation Hall Inland Water Fisheries and Ornamental Fish (BPPPUIH) Ciherang (2015) (processed data)

Seperti tampak pada Tabel 2, harga riil yang diperoleh dengan menggunakan Indeks Harga Konsumen (IHK), dengan basis tahun 2007, menunjukkan rata-rata harga sebesar 13,1 juta per ton.

**Model Bio-Ekonomi Perikanan Tangkap Waduk Cirata**

Analisis bioekonomi nilai optimal variabel produksi (h), effort (E), biomass (x) dan profit (pi) pada berbagai rezim pengelolaan dilakukan dengan menggunakan skenario model dan hasil algoritma estimasi parameter, dihasilkan nilai optimal h,E, x dan pi pada berbagai rezim pengelolaan yaitu MSY (*Maximum Sustainable Yield*), MEY (*Maximum Economic Yield*) dan *Open Access* (OA), dengan menggunakan model Gordon Schaefer, diperoleh fungsi kurva pertumbuhan sebagai berikut:

$$f(x) = 0.2314x \left( 1 - \frac{1}{4138}x \right)$$

Dengan kurva *yield effort* sebagai berikut:

$$y = 0.01067604E(1 - 0.0000114952463E)$$

Dan diperoleh nilai optimal dari berbagai rezim pengelolaan sebagaimana Tabel 3 berikut ini.

Tabel 3 menunjukkan bahwa produksi pada rezim pengelolaan MSY adalah yang tertinggi, sementara produksi pada kondisi *open access* produksinya terendah sebesar 130,07 ton. Sementara *effort* atau upaya penangkapan yang tertinggi ada pada rezim *open access* sebesar dua kali lipat dari *effort* pada kondisi MEY, sedangkan *effort* MSY berada pada nilai lebih besar dari rezim MEY. *Biomass* yang paling konservatif dengan nilai tertinggi ada pada kondisi MEY, diikuti oleh MSY, dan nilai *biomass* terendah pada rezim *open access*. Profit tertinggi diperoleh apabila perikanan dikelola pada rezim MEY, selanjutnya MSY, sementara pada kondisi *open access* profit tidak ada (0). Kondisi ini menunjukkan bahwa pengelolaan MEY memberikan hasil yang lebih efisien, dengan upaya yang lebih kecil bisa menghasilkan tangkapan yang tinggi dan profit yang juga tertinggi, dengan kondisi biomass yang konservatif. Hasil analisis ini sejalan dengan pernyataan dari Gordon (1954), yang menyatakan bahwa dalam kondisi perikanan yang

**Tabel 3. Nilai Optimal Pada Model - 1 Perikanan Tangkap di Waduk Cirata.**  
**Table 3. Optimal Value for Model - 1 for Capture Fisheries in the Cirata Reservoir.**

Variabel/Variable	Rezim Pengelolaan/Management Rezime		
	MSY	MEY	OA
<i>Production</i> (h) (Ton)	239.38	233.09	130.07
<i>Effort</i> (E) (Trip)	44,844.96	37,574.82	75,149.65
<i>Biomass</i> (x) Ton	2,069	2,404	670
Keuntungan (pi) (Rp)/ <i>Profit</i> (pi) (IDR)	2,102,971,272	2.,184,760,318	0

open access, keseimbangan pengelolaan akan dicapai pada tingkat upaya dimana penerimaan total sama dengan biaya total sehingga yang diterima nelayan hanyalah biaya oportunitas, sedangkan rente ekonomi sumber daya tidak diperoleh (Gambar 2).

Perbandingan kurva aktual dan *sustainable yield* model logistik, dapat dilihat pada kurva pada Gambar 3. Dari kurva dapat dilihat bahwa produksi aktual pada model GS mengisyaratkan adanya kondisi penangkapan yang berada di atas tangkap lestari, yaitu pada tahun 2011, 2012 dan kuartal pertama tahun 2013. Selanjutnya penangkapan aktual kembali berada di bawah nilai tangkapan lestari, dan sempat naik kembali pada kuartal 2 tahun 2013, dan kembali turun pada tahun-tahun berikutnya.

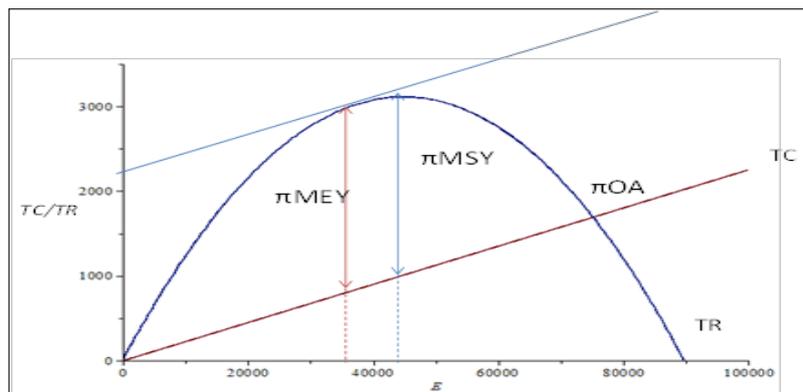
**Kebijakan Rasionalisasi Perikanan tangkap Waduk Cirata**

Berdasarkan hasil analisis bio-ekonomi, dimana menunjukkan adanya kondisi *over fishing* dan juga *over capacity* pada beberapa kuartal

penelitian, maka implementasi kebijakan yang harusnya dilakukan, adalah melalui rasionalisasi perikanan tangkap, baik *input* dan atau *output*. Pembatasan *input* dilakukan dengan mengatur jumlah trip/ upaya armada penangkapan (dalam hal ini alat kapal penangkap ikan), dengan menggunakan teknik perhitungan sederhana berdasarkan proporsi dari jumlah alat tangkap total terhadap rezim pengelolaan MSY dan MEY.

Untuk Model Gordon Schaeffer (GS), diperoleh hasil jumlah upaya, kelebihan upaya yang harus dirasionalisasi dan juga jumlah kapal yang harus dirasionalisasi pada rezim MSY sebagaimana pada Tabel 4.

Tabel 4 menunjukkan bahwa untuk hampir setiap alat tangkap, perlu dirasionalisasi agar memenuhi pembatasan pengelolaan pada rezim MSY dengan pengurangan yang sangat signifikan. Unit alat tangkap *gillnet* misalnya perlu dikurangi sebanyak 160 buah atau sekitar 91,4%. Demikian pula untuk alat tangkap jala tebar yang harus dikurangi sebanyak 868 buah (sekitar 87,7%),



**Gambar 2. Hubungan TR, TC dan Rente Ekonomi Perikanan Tangkap Waduk Cirata Pada beberapa Rezim Pengelolaan Model 1 GS.**

**Figure 2. TR, TC and Profit Capture Fishery in Waduk Cirata for Some Management Rezime Model 1 GS.**

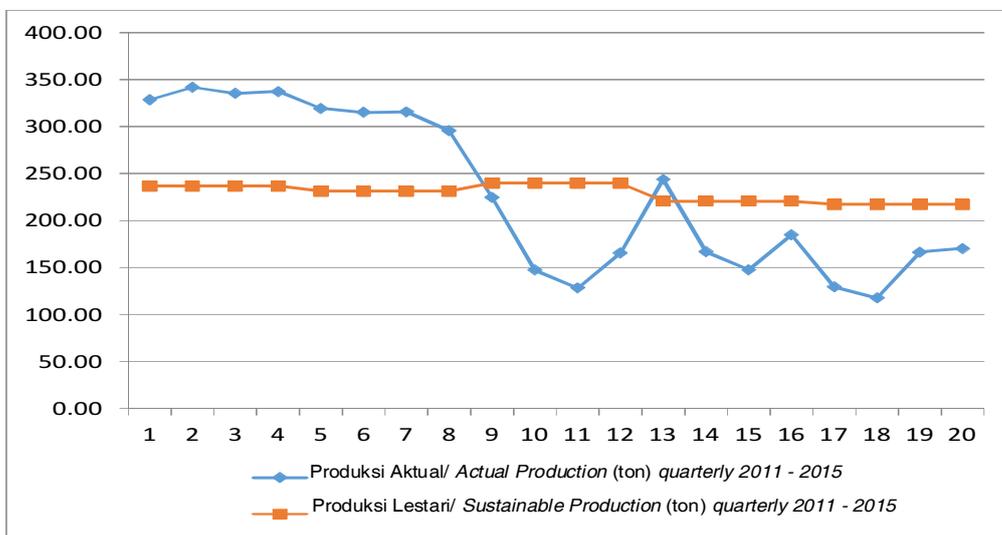
**Tabel 4. Pembatasan Masuk Perikanan Waduk Cirata Pada Rezim MSY Menggunakan Model GS.**

**Tabel 4. Limited Entry for the Cirata Reservoir Fishery in MSY Rezime Using the GS Model.**

Alat Tangkap/ Catch Device	Jumlah Alat Tangkap Per kuartal Tahun 2015/ Total Device Quarterly 2015	Upaya Aktual Perkuartal/ Quarterly Actual Effort	Upaya MSY/ MSY Effort	Kelebihan Upaya/ Excess Effort	Unit alat tangkap MSY/ MSY Device Unit	Kelebihan Alat Tangkap/ Excess Device
Gillnet	175	31911.76	2734.45	29177.32	15	160
Jala Tebar/ Fish net	990	125653.85	15469.17	110184.68	122	868
Pancing/ Fishing rod	1705	170500.00	26641.34	143858.66	266	1439
<b>Jumlah/ Total</b>	<b>2870</b>	<b>328065.61</b>	<b>44844.96</b>	<b>283220.65</b>	<b>403</b>	<b>2467</b>

serta alat tangkap pancing yang harus dikurangi sebanyak 1.439 buah (84,4%). Dengan demikian keseluruhan alat tangkap yang harus dikurangi meliputi sebanyak 2.467 buah, atau sekitar 86%. Tentu saja ini adalah pengurangan yang sangat besar dan membutuhkan penanganan sendiri, mengingat akan mengorbankan begitu banyak nelayan di Waduk Cirata. Namun demikian jika mengikuti trajektory pengelolaan produksi yang berkelanjutan (*sustainable yield*) pada model GS, maka rasionalisasi *input* akan sangat tergantung dari dinamika penangkapan aktual dan posisi dinamika *sustainable yield* setiap tahun yang berbeda-beda seperti tampak pada Gambar 3.

Untuk Model GS dengan menggunakan rezim pengelolaan MEY (*sole owner*), analisis menunjukkan hasil pengaturan terhadap *input* alat tangkap sebagai berikut seperti tampak pada Tabel 5. Dari tabel tersebut tampak bahwa pada pengelolaan rezim MEY, penurunan *effort* untuk rasionalisasi alat tangkap menjadi lebih tinggi lagi dibandingkan pada rezim MSY, dimana dibutuhkan 164 alat tangkap *gillnet*, 899 alat tangkap jala tebar, 1.505 untuk dikurangi alat tangkap pancing untuk dikurangi dari perairan Waduk Cirata. Hal ini menunjukkan bahwa untuk memperoleh tangkapan yang lebih tinggi, dengan *profit* yang maksimum, dibutuhkan efisiensi *effort*, dalam hal ini rasionalisasi alat tangkap.



Gambar 3. Perbandingan Antara Nilai Tangkapan Lestari dan Aktual Model Logistik Perikanan Tangkap Waduk Cirata.

Figure 3. Comparison Between Sustainable Yield and Actual, Logistic Model Capture Fishery of Cirata Reservoir.

Tabel 5. Pembatasan Masuk Perikanan di Waduk Cirata Pada Rezim MEY Menggunakan Model GS.

Tabel 5. Limited Entry of the Cirata Reservoir Fishery in the MEY Rezime Using the GS Model.

Alat Tangkap/ Catch Device	Jumlah Alat Tangkap Per kuartal Tahun 2015/ Total Device Quarterly 2015	Upaya Aktual Perkuartal/ Quarterly Actual Effort	Upaya MSY/ MSY Effort	Kelebihan Upaya/ Excess Effort	Unit alat tangkap MSY/ MSY Device Unit	Kelebihan Alat Tangkap/ Excess Device
Gillnet	175	31911.76	2048	29864	11	164
Jala Tebar/ Fish net	990	125653.85	11587	114067	91	899
Pancing/ Fishing rod	1705	170500.00	19955	150545	200	1505
<b>Jumlah/ Total</b>	<b>2870</b>	<b>328065.61</b>	<b>2654</b>	<b>325412</b>	<b>302</b>	<b>2568</b>

Hasil analisis secara keseluruhan mengimplikasikan kebijakan pembatasan *input* perikanan tangkap untuk setiap alat tangkap yang ada secara *equal* sesuai dengan kondisi *input* aktual yang ada, agar perikanan tangkap berada pada kondisi *sustainable* dan secara ekonomi menguntungkan. Mekanisme pengurangan *input* ini memang akan berdampak pada pengurangan tenaga kerja atau nelayan di Waduk Cirata yang menggantungkan hidupnya pada perikanan tangkap semata. Kebijakan lebih lanjut menyangkut pengelolaan sumber daya manusia yang terpaksa meninggalkan kegiatan perikanan tangkap, perlu direncanakan. Penguatan kapasitas untuk alih pekerjaan menjadi tugas pemerintah daerah, termasuk di dalamnya penyediaan lapangan pekerjaan pengganti (alternatif *livelihood*).

**Pembatasan Output**

Pembatasan *output* merupakan alternatif pengelolaan lain yang dapat dilakukan agar perikanan tangkap di Waduk Cirata dapat berkelanjutan. Pembatasan *output* ini dapat dilakukan dengan menggunakan rezim pengelolaan MSY, dimana jumlah tangkapan yang diperbolehkan (JTB), yaitu jumlah tangkapan yang dianggap aman untuk menghindari dinamika dan juga ketidakpastian dari sumber daya ikan yang ada di perairan, sebesar 80% dari nilai MSY.

Analisis JTB perikanan tangkap di Waduk Cirata untuk model GS menyebabkan perlu adanya pembatasan *output* atau produksi untuk setiap alat tangkap sebagaimana pada Tabel 6. Dengan jumlah produksi MSY sebesar 154,63 ton per kuartal, maka jumlah tangkapan kuota per kuartal untuk perikanan tangkap di Waduk Cirata adalah 123,7 ton per kuartal. Dengan demikian kuota setiap alat tangkap di Waduk Cirata dapat dihasilkan sebagai mana pada Tabel 6.

Implikasi kebijakan dari analisis kuota ini adalah pembatasan *output* yang dilakukan pada JTB, dengan membagi jumlah alat tangkap yang ada dengan jumlah *output* JTB, sebagaimana berikut ini. Rata-rata kuota untuk setiap alat tangkap *gillnet* pada model GS adalah sebesar 0,41 ton (410 Kg) per kuartal, atau sekitar 5 kg per hari. Jumlah produksi ini memang kecil, namun demikian untuk sebagai tangkapan subsisten dan sebagai bagian dari ketahanan pangan sudah cukup memadai (Tabel 7).

Nilai tangkapan lestari yang rendah pada dasarnya menggambarkan dinamika dari sumber daya ikan di Waduk Cirata yang merupakan fungsi dari eksploitasi itu sendiri dan juga kondisi habitat perairan. Kondisi habitat perairan di Waduk Cirata sudah lama menjadi masalah, terutama karena perairan di wilayah ini digunakan

**Tabel 6. Pembatasan Output Per Alat Tangkap di Waduk Cirata Menggunakan Model GS.**  
**Table 6. Output Quota per Catch Device in the Cirata Reservoir Using the GS Model.**

Alat Tangkap/ Catch Device	Produksi per Kuartal (Tahun 2015)/ Quarterly production (year 2015)	Rasio/ Ratio	JTB/Total Allowable Catch	Kuota/ Quota
Gillnet	84.43	0.578542		71.568
Jala Tebar/ Fish net	37.54	0.257261	123.704	31.824
Pancing/ Fishing rod	23.96	0.164197		20.312
<b>Jumlah/ Total</b>	<b>145.94</b>	<b>1.000</b>	<b>123.704</b>	<b>123.704</b>

**Tabel 7. Kuota Tangkapan Per Alat Tangkap Per Kuartal dengan Menggunakan Model GS.**  
**Table 7. Catches Quota per Catch Device per Quarterly by Using the GS Model.**

Alat Tangkap/ Catch Device	Produksi per Kuartal (Tahun 2015)/ Quarterly production (year 2015)	Rasio/ Ratio	JTB/ Total Allowable Catch	Kuota/ Quota
Gillnet	84.43	0.578542		71.568
Jala Tebar/ Fish net	37.54	0.257261	123.704	31.824
Pancing/ Fishing rod	23.96	0.164197		20.312
<b>Jumlah/ Total</b>	<b>145.94</b>	<b>1.000</b>	<b>123.704</b>	<b>123.704</b>

untuk kegiatan perikanan budi daya yang masif, dengan penggunaan pakan yang masif juga dan menyebabkan pencemaran yang cukup signifikan. Dengan demikian menyebabkan kemampuan daya dukung lingkungan bagi perikanan tangkap pun menjadi rendah dan menyebabkan dinamika tangkapan *sustainable* pun menjadi rendah. Implikasi kebijakan dari permasalahan adalah bagaimana meningkatkan kemampuan daya dukung lingkungan yang lebih tinggi lagi sehingga kapasitas stok dapat meningkat, dengan cara perbaikan lingkungan perairan baik dengan teknik fisik, biologi maupun teknik lainnya. Pengurangan jumlah jaring terapung untuk menyesuaikan dengan daya dukung lingkungan, menjadi salah satu keharusan bagi berkembangnya juga perikanan tangkap yang dapat memberikan sumbangan kepada ekonomi masyarakat di samping sebagai bagian dari ketahanan pangan.

Pengelolaan sumber daya alam lainnya yang diusulkan pada perikanan tangkap Waduk Cirata ini adalah *Community based Fisheries Management* atau pengelolaan berbasis masyarakat. Seperti kita ketahui pengelolaan perikanan secara umum bertujuan untuk membangun kebijakan dan strategi pengelolaan perikanan yang dapat melindungi sumber daya ikan dari eksploitasi berlebih dan juga melindungi sumber daya penghidupan ekonomi masyarakat (*economic livelihood*). Hal ini sebagaimana dimandatkan pada FAO *code of conduct for responsible fisheries* yang menetapkan prinsip-prinsip seluruh negara di dunia dalam hal pengelolaan perikanan yang benar berdasarkan pada pemanfaatan yang berkelanjutan.

Arnason dan Kashorte (2001), menyatakan bahwa secara umum pengelolaan perikanan yang terbaik adalah ketika dapat mendorong industri perikanan untuk dapat menghasilkan rente maksimum yang lestari. Di sisi lain, rezim pengelolaan perikanan berbasis *property right*, telah menjadi ciri dan memberikan kinerja yang baik bagi perikanan di negara-negara maju, padahal di sebagian besar negara berkembang, masalah kepemilikan ini masih merupakan dilema, dengan adanya hak kepemilikan bersama atau *common property right*. Hak kepemilikan pada dasarnya memberikan insentif untuk tidak melakukan overkapitalisasi sumber daya ikan dan demikian menimbulkan efisiensi ekonomi.

Salah satu instrumen pengelolaan yang dapat mengurangi efek dari hak kepemilikan

bersama adalah kerjasama masyarakat dalam pengelolaan perikanan atau dikenal sebagai pengelolaan berbasis masyarakat, yang menjadi salah satu pilihan pengelolaan yang dianggap tepat bagi negara-negara berkembang seperti Indonesia (Wilson, 2001). Pengelolaan berbasis masyarakat adalah sistem di mana wewenang dan tanggung jawab atas sumber daya lokal dibagi antara pemerintah dan sumber daya lokal pengguna dan atau komunitas mereka (Brown, 1998). Lebih lanjut Brown (1998) menyatakan bahwa, manajemen perikanan berbasis masyarakat, yang juga sering disebut sebagai koperasi berbasis masyarakat sering digunakan bergantian dengan istilah lain, seperti pengelolaan bersama, manajemen kolaboratif dan manajemen berbasis masyarakat (*joint management, collaborative management* dan *community-based management*). Menurut Pomeroy (1995, 1998), strategi ini memiliki kesamaan dalam hal pendekatan, tapi mungkin berbeda dalam partisipasi pengguna relatif pemerintah dan sumber daya.

Pada dasarnya pengelolaan perikanan berbasis masyarakat adalah tanggung jawab antara pemerintah dan masyarakat. Pada instrumen pengelolaan ini, pemerintah memiliki tugas melayani sejumlah fungsi penting termasuk memberikan kebijakan dukungan dan undang-undang. Sajise (1995), menyatakan bahwa manajemen berbasis masyarakat (adalah proses dimana masyarakat memiliki kesempatan dan atau tanggung jawab untuk mengelola sumber daya mereka sendiri, mendefinisikan kebutuhan mereka sendiri, tujuan dan aspirasi, dan membuat keputusan yang mempengaruhi kesejahteraan sosial ekonomi mereka. Di bawah sistem ini pemerintah hanya memainkan peran kecil. Dengan demikian biaya pengelolaan menjadi rendah.

Pada perikanan tangkap Waduk Cirata misalnya, masyarakat atau kelompok lain didefinisikan diberikan hak eksklusif tertentu, dan dengan adanya perhitungan mengenai *input* dan *output* yang *sustainable* dan optimal secara ekonomi, maka masyarakat dapat menentukan sendiri secara musyawarah mengenai hak-hak lain berdasarkan misalnya kuota tangkapan. Keuntungan sistem ini adalah bahwa keputusan bersama secara moral lebih mudah dijalankan dan diterima secara sosial, sehingga masyarakat sendiri yang memfasilitasi penegakan hukum yang efektif atas dasar pendekatan sosial dan fisik dan juga tekanan sosial.

## KESIMPULAN DAN IMPLIKASI KEBIJAKAN

### Kesimpulan

Penelitian Model Bioekonomi lingkungan yang sudah berjalan ini menghasilkan beberapa kesimpulan, diantaranya adalah:

- (1) Produksi perikanan tangkap di Waduk Cirata pada beberapa tahun pengamatan dengan menggunakan model GS, telah mengalami *over fishing* atau nilainya di atas nilai tangkapan lestari terutama pada 2 tahun awal pengamatan;
- (2) Pengelolaan dengan menggunakan rezim MEY memberikan nilai rente yang paling maksimum, dengan biomass yang lebih konservatif, dan *effort* yang lebih efisien;
- (3) Terjadi *over capacity* pada perikanan di Waduk Cirata, yang ditandai dengan adanya kelebihan *effort*, dibandingkan dengan kondisi MSY maupun MEY, untuk itu diperlukan rasionalisasi jumlah alat tangkap atau kapal, dan;
- (4) Alternatif pembatasan *output* atau kuota *output* juga dapat dilakukan dengan menggunakan nilai JTB. Analisis JTB menunjukkan perlunya penurunan produksi pada setiap alat tangkap, yang dapat dilakukan dengan kuota per unit alat tangkap per kuartal.

Pendekatan pengelolaan lainnya yang dapat dilakukan untuk pengelolaan perikanan tangkap yang berkelanjutan di Waduk Cirata adalah menggunakan pendekatan pengelolaan berbasis masyarakat. Pengelolaan berbasis masyarakat dianggap pengelolaan yang bisa memenuhi azas kebersamaan dan keputusan bersama secara moral lebih mudah dijalankan dan diterima secara sosial, sehingga masyarakat sendiri yang memfasilitasi penegakan hukum yang efektif atas dasar pendekatan sosial dan fisik dan juga tekanan sosial.

### Implikasi Kebijakan

Implikasi kebijakan yang dapat disampaikan pada penelitian ini adalah:

- (1) Perlu ada penelitian lebih lanjut mengenai kontribusi dari kualitas habitat perairan terhadap dinamika produksi dan juga *sustainable yield* di Waduk Cirata;

- (2) Perlu dilakukan analisis kaitan perikanan budidaya terhadap perikanan tangkap;
- (3) Perlu pengelolaan perikanan tangkap yang berkelanjutan dengan melalui pembatasan *input* atau *output*;
- (4) Pengelolaan kualitas perairan menjadi suatu keniscayaan agar perikanan tangkap dapat dikembangkan di wilayah Waduk Cirata, sehingga dapat meningkatkan kemampuan daya dukung dan juga peningkatan jumlah stok, dan;
- (5) Peningkatan jumlah stok dapat juga dilakukan dengan kebijakan *restocking*, namun demikian harus tetap diikuti dengan pengelolaan pembatasan jumlah *input* dan *output*.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih Penulis ucapkan kepada Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi (Dirjen Dikti) Kementerian Riset dan Teknologi yang mendanai riset ini melalui skema riset unggulan PUPT.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anna, Z. 2003. A Dynamic of embedded economic Model of Fishery-Pollution Interaction, Doctoral Dissertation. Graduate Programme in Coastal and Marine Resource Studies. Bogor Agricultural University (IPB).
- Arnason, R. and M. Kashorte. 2001. Commercialization of South Africa's subsistence fisheries? considerations, criteria and approach. *International Journal of Oceans and Oceanography* 1: 45-65.
- Balai Pelestarian Perikanan Perairan Umum dan Ikan Hias [BPPUIH] Ciherang. 2015. Data Produksi Perikanan Cirata. Dinas Perikanan Provinsi Jawa Barat.
- Brown, R. C. 1998. Community-based cooperative management: renewed interest in an old paradigm. In Pitcher T.J, Hart P.J.B & Pauly D: *Reinvesting Fisheries Management*, pp 184-219. Kluwer Academic Publisher, Great Britain, 1998, Fish and Fisheries series 23.
- Bukit, N. T. dan A. Y. Iskandar. 2002. Beban pencemaran Limbah Industri dan Status Kualitas Air Sungai Citarum. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, Vol. 3, No. 2, Mei 2002: 98-106.
- Fox, W. J. Jr. 1970. An Exponential Surplus Yield Model for Optimising Exploited Fish Populations. *Transactions of the American Fisheries Society* 99(1):80-88.

- Garno, Y. S. 2001. Status dan karakteristik Pencemaran di Waduk kaskade Citarum. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, Vol. 2, No.2, Mei 2001 : 207-213
- Gordon, H. S. 1954. The economic theory of a common-property resource: the fishery, *Journal of Political Economy*
- Hakim, L. L., A. Zuzy dan Junianto. 2014. Analisis Bioekonomi Sumber daya Ikan Tenggiri di Perairan Kabupaten Indramayu, Jawa Barat. *Jurnal Kebijakan Kelautan dan Perikanan* (2) 117-127.
- King, M. 1995. *Fisheries Biology, Assessment and Management*. Fishing News Book. Great Britain.
- Kompas.com. 2010. Pencemaran Waduk Saguling Mencemaskan. *Kompas Cetak*, Senin 31 Mei 2010.
- Pomeroy, R. S. 1998. A process for Community based and Co-management. *Fisheries Social Science Research Network*. ICLARM contribution NO 1448 pp 71-76.
- Pomeroy, R. S. 1995. Community based and co-management institutions for sustainable coastal fisheries management in Southeast ASIA. *Ocean & Coastal Management*, Vol 27, NO3. pp143-162.1995.
- Sajise, P. 1995. Community-based resource management in the Phillipines: perspective and experiences. A paper presented at the Fisheries comanagement Workshop at North sea center, 29-31 may, Hirtshals, Denmark.
- Wilson, C. D. 2001. Lake Victoria Fishers'attitudes towards management and co-management', forthcoming in Geheb Kim and Terri Sarch (Eds), *Broaching from the inland waters of Africa the management impasse: Perspectives on Fisheries and their management*.
- Yoga, G. P., S. Toyok, S. Tri dan L. T. Reliana. 2006. Toksisitas Air Pori-Pori Sedimen Waduk Saguling Jawa Barat. *Prosiding seminar nasional Limnologi 2006* (35)